

## 負イオン含有プラズマ中沿磁力線フロー速度シア駆動不安定性の実験

## Experiments on instabilities driven by sheared magnetic-field-aligned ion flow in negative ion plasmas

# 市来 龍大 [1]; 林 賢一郎 [1]; 金子 俊郎 [1]; 島山 力三 [1]

# Ryuta Ichiki[1]; Kenichiro Hayashi[1]; Toshiro Kaneko[1]; Rikizo Hatakeyama[1]

[1] 東北大・工・電子

[1] Dept. Electron. Eng., Tohoku Univ.

地球電離層プラズマでは沿磁力線電流により駆動されるイオン音波様の低周波揺動が観測されている。現存する理論では静電イオンサイクロトロン波が支配的なはずでありイオン音波の選択的励起は説明できなかったが、最近の研究により磁力線イオンフローの速度が流れと垂直方向に有限の勾配（フロー速度シア）を持てば、イオン音波の励起が支配的になることが分かった。すなわち、電離層プラズマの挙動を把握するためには沿磁力線イオンフロー速度シアの考慮が必要不可欠なのである。一方、本研究室では、いかなるプラズマにも密度勾配が存在することに注目し、その場合に励起される「ドリフト波」が沿磁力線イオンフロー速度シアから受ける効果を実験的に調査してきた。また、シア駆動不安定性の物理をより一般的に理解するため、我々はシア駆動不安定性が負イオンを含むプラズマ中で見せる挙動を解明すべく実験を行っている。負イオンは電離層プラズマ中に存在することが知られており、さらに宇宙プラズマには微粒子（通常は負に帯電する）を含むものも数多く存在しているため、この研究はこれら宇宙プラズマ研究の推進に貢献する可能性が大きい。

実験は東北大学 QT-Upgrade machine を用い、おおよそ 0.2 T の一様磁場下にて行った。カリウム (K) 蒸気を装置円筒の端に設置したタングステン (W) 電極 (イオン源) に吹きつけ、接触電離により K<sup>+</sup>イオンを生成する。電子は対向に設置したもう一つの W 電極 (電子源) の熱電子放出により供給する。こうして生成した K<sup>+</sup>-電子プラズマ中に六フッ化硫黄 (SF<sub>6</sub>) ガスを導入することにより SF<sub>6</sub>-イオンを生成することができ、さらに負イオン交換率 ( $e = n_-/n_+$ ) は SF<sub>6</sub> ガスの分圧により制御可能である。イオン源は同心円状に 3 分割されており、各電極に独立にバイアスを印加することにより、それぞれの同心円状プラズマ層の K<sup>+</sup>イオンフロー速度を独立に制御できる。すなわち、負イオンを含む各プラズマ層の境界において沿磁力線 K<sup>+</sup>イオンフロー速度シアの励起・制御が可能である。

これまでの実験の結果、以下のことが明らかとなっている。まず、シア強度の上昇に伴い最初は波動の振幅が増加し、ある点でのピークを境に今度は振幅が減少し、最終的にはプラズマは安定化するという傾向が観測された。また、不安定性が励起されるシア強度の範囲が負イオン交換率の上昇と共に弱シア・強シア領域の両方向に拡張することが分かった。さらに、負イオン交換率の上昇と共に、あるシア強度範囲において励起される波動の周波数スペクトルが徐々にブロード化する様子を観測した。この結果は、負イオンの存在が不安定性をより助長し、コヒーレントな波動が非線形性の強い波動へ遷移した可能性を示しており、本研究が非線形波動・乱流などの研究に貢献することが期待される。講演では、これら波動の周波数特性の詳細に加えて波数の特性についても発表を行い、負イオンが波動伝播にもたらす影響の理論的考察を交えて発表する。